

日本国特許庁 09.05.00

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 26 JUN 2000

JP00/2961

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 4月 6日

出願番号

Application Number:

特願2000-105323

出願人

Applicant(s):

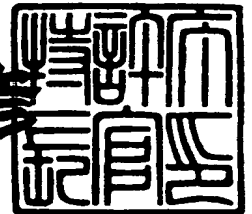
日本精工株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 6月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特2000-3042515

【書類名】 特許願

【整理番号】 200028

【提出日】 平成12年 4月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 19/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 山本 豊寿

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 伊藤 裕之

【特許出願人】

【識別番号】 000004204

【氏名又は名称】 日本精工株式会社

【代表者】 関谷 哲夫

【代理人】

【識別番号】 100066980

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【弁理士】

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006534

【包括委任状番号】 9402192

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転がり軸受

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも外輪と内輪とその間に介装された複数個の転動体とを構成要素とする転がり軸受において、前記軸受構成要素のうち少なくとも転動体が、少なくともその表面に酸化物系セラミックスもしくは緻密な窒化物層を備えており、且つフッ素重合体を含む潤滑剤により潤滑されることを特徴とする転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、転がり軸受に係り、特に、事務機器の定着部のヒートロール用など 200℃を超える高温環境で用いたり、或いは半導体製造装置用の真空機器、真空ポンプなど真空環境で用いられる転がり軸受における耐久性能の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、事務機器の定着部のヒートロールなどの 200℃を超える高温環境下、あるいは真空機器や真空ポンプなど真空環境下で用いられる転がり軸受の潤滑剤には、耐熱性に優れ蒸発量が少ないことや化学的に安定であることから、パーフルオロポリエーテル（PFPE）油や、PFPE油を基油としたフッ素系グリースなど、フッ素重合体を含む潤滑剤が使用されており、通常の条件下では問題なく使用されてきた。

【0003】

ところが、近年、複写機（PPC）、レーザービームプリンタ（LBP）、ファックス（FAX）あるいはこれらの複合機に代表される事務機器では、コンパクト化、省エネルギー化、リサイクル化、高速化等の傾向が高まりつつあり、そのために、より小さいサイズ、より過酷な条件（高速、高荷重）でのトルク寿命が長いことが要求されるようになってきている。また、真空ポンプの分野におい

ても、大容量化やコンパクト化のために、より高温、高速下で長期間作動する転がり軸受が要求されている。さらに、半導体や液晶パネル製造分野においても、基板の大型化や搬送の高速化に伴い、使用される転がり軸受に対して高荷重、高速下で長期間作動することが要求されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これらの機器に用いる転がり軸受の作動する温度および潤滑油の温度がより高温になると、潤滑剤であるPFPE油の粘度が低下して油膜が薄くなり潤滑剤の供給が不十分になるため、転動体と軌道輪の転動面との間の接触点または転動体と保持器との接触点において、直接接触が生じることがある。その結果、当該接触点で共金による異常摩耗が生じたり、線状の傷がついて表面あらさが著しく増大することになり、さらに油膜が形成し難くなって焼き付いてしまうという問題が生じている。たとえ焼き付きに至らなくても、直接接触が生じると接触点で局部的に非常な高温となり、PFPE油が分解して転動体や軌道輪や保持器の表面を著しく腐食するため摩耗が著しく増大し、比較的短時間で寿命となってしまう。

【0005】

一方、高速環境下では、転動体と軌道輪との接触点あるいは転動体と保持器との接触点においてすべり速度が増加するので油膜が切れ易くなり、転動体や軌道輪の転動面で直接接触が生じる。その結果、上述と同様に、凝着摩耗が生じたり、急激な温度上昇に伴い転動体や軌道輪の接触点で局部的に非常な高温となり、PFPE油の分解により転動体や軌道輪や保持器の表面が腐食され、比較的短時間で寿命となってしまうという問題が起こっている。

【0006】

また、真空ポンプで使用される転がり軸受にあっては、通常、軸受鋼（SUJ2）に焼入れを行って用いられており、その硬さはHv750～800とされる。その転がり軸受の潤滑は、高温、高速条件で使用される傾向があり、且つまた半導体製造装置等で使用されるポンプでは腐食性ガスを排気することがあるため、潤滑油は反応性が低いフッ素油が使用される。しかるに、フッ素油は潤滑性が

あまりなく、通常の鉱油、エステル油等の潤滑油に比べ潤滑不良を生じ易い。そのため、軸受軌道面にピーリング摩耗やピーリング剥離が発生することがある。本願発明者らは、上記ピーリングの発生は先ず転動体から始まることを突き止めた。フッ素油には、さらに鉄と反応してフッ化鉄を生成し、これが触媒となってフッ素油が分解されるという問題がある。

【0007】

こうした問題に対処するべく、工作機械や真空ポンプなどの高速用途においては、金属との耐凝着性や耐焼付き性に優れ、且つ軽量であるという利点から、転動体に窒化ケイ素 (Si_3N_4) が既に使用されている。しかし、油膜切れなどにより局部的高温になった場合には、PFPE油が窒化ケイ素の主成分であるSiと反応し、その結果 Si_2F_6 ガスが発生して表面が脆くなり、異常摩耗が生じるという別の問題が生じている。

【0008】

そこで本発明は、このような従来技術の問題点に着目したなされたものであり、高温、高速の条件下や真空環境下で好適に使用できて且つ優れた寿命を有する転がり軸受を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、請求項1に係る発明は、少なくとも外輪と内輪とその間に介装された複数個の転動体とを構成要素とする転がり軸受において、前記軸受構成要素のうち少なくとも転動体が、少なくともその表面に酸化物系セラミックスもしくは緻密な窒化物層を備えており、且つフッ素重合体を含む潤滑剤により潤滑されることを特徴とする。

【0010】

ここに、

上記請求項1に係る発明である転がり軸受において、前記酸化物系セラミックスはジルコニアを主成分とするセラミック材料でなるものとすることができる。

また、請求項1に係る発明である転がり軸受において、前記酸化物系セラミックスはアルミナを主成分とするセラミック材料でなるものとすることができる。

【 0 0 1 1 】

また、請求項 1 に係る発明である転がり軸受において、前記緻密な窒化物層は $Hv900$ 以上の化合物層からなり、その粗さが $0.005\mu mRa$ 以下であるものとすることができる。

本発明の転がり軸受にあっては、このように転動体の表面または転動体自体に、化学的に非常に安定な酸化物系のセラミックスであるジルコニアを主成分とするセラミック材料、あるいはアルミナを主成分とするセラミック材料を使用するため、局部的に高温になった場合でも P F P E 油と反応することが非常に少ない。その結果、より摩耗を低減し長寿命化することができる。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の転がり軸受は、特に真空環境で使用するにあたり、転動体表面を緻密な窒化物層で $Hv900$ 以上と内輪、外輪より硬くしたことにより、ピーリングを防止して摩耗を軽減でき、高速回転で長期間作動することができる。

また、表面に窒化層を有することにより、フッ素油の分解を抑制して潤滑性を向上させることができる。また、窒化層は鋼表面より反応性が低いため、表面の腐食摩耗を低減することができる。

【 0 0 1 3 】

さらに、内輪、外輪と転動体との組合わせが、鋼と窒化層との組合わせになるため、鋼と鋼との組合わせに比べ摩耗が生じ難くなる（異種材料の組み合わせ効果）。

なお、転動体の表面粗さが $0.005\mu m$ を超すと、転動体の粗さが悪すぎてざらつき摩耗を発生し易くなるため、 $0.005\mu m$ 以下にする。

【 0 0 1 4 】

本発明の転がり軸受は、内輪、外輪、転動体のうち少なくとも転動体が異なること以外は一般的な転がり軸受と同様にして構成してよい。したがって、転動体以外に用いられる材料には、一般に使用される例えば軸受鋼（S U J 2、浸炭鋼など）、マルテンサイト系ステンレス（S U S 4 4 0 C、0.45C-13C r-0.13Nマルテンサイト系ステンレス鋼など）、析出硬化系ステンレス（S U S 6 3 0 など）、チタン合金などを挙げることができるが、特にこれらに限定

されるものではない。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を比較例との比較試験を参照して説明する。

先ず、第1の実施形態として、フッ素系潤滑剤、高温、高速、高真空の条件の下で行った耐久寿命試験について説明する。

試験体転がり軸受：

型番 6 2 0 6、内径 3 0 m m、外径 6 2 m m、幅 1 6 m m

それぞれの内輪、外輪、転動体の材料の組み合わせを変えたものを用意した。実施例の転がり軸受の転動体材料は、実施例2がアルミナ、その他の実施例は部分安定化ジルコニアとした。一方、比較例1の転動体はS U J 2、比較例2の転動体は窒化ケイ素とした。

【0016】

試験方法：

試験体軸受を自社製の軸受回転試験機に装着して以下の試験条件の下で回転試験を行い、振動値を基準として寿命を評価した。ここでは、振動値が初期値の3倍に上昇した時点を試験体軸受の寿命とした。なお、各実施例及び比較例における転がり軸受の寿命は、比較例1の寿命を1とした相対値で表す。

【0017】

試験条件：

①温度 : 1 2 0 ℃

②雰囲気 : 真空 (1.33×10^{-2} P a)

③回転速度 : 5 0 0 0 r p m

④アキシャル荷重 : 1 0 0 0 N

⑤ラジアル荷重 : 5 0 0 N

⑥潤滑剤 (P F P E 油)、アウジモンド社製フォンブリオンM15

試験結果を表1に示す。

【0018】

【表 1】

	内輪	外輪	転動体	寿命
比較例1	SUJ2	SUJ2	SUJ2	1
比較例2	SUJ2	SUJ2	窒化けい素	1.5
実施例1	SUJ2	SUJ2	部分安定化ｼﾞﾙｺﾆｱ	10
実施例2	SUJ2	SUJ2	アルミナ	5
実施例3	SHX	SHX	部分安定化ｼﾞﾙｺﾆｱ	15
実施例4	SUS440C	SUS440C	部分安定化ｼﾞﾙｺﾆｱ	20
実施例5	ES1	ES1	部分安定化ｼﾞﾙｺﾆｱ	30
実施例6	ES2	ES2	部分安定化ｼﾞﾙｺﾆｱ	25
実施例7	SUS630	SUS630	部分安定化ｼﾞﾙｺﾆｱ	15

【0019】

表1の結果から、本発明の実施例の転がり軸受（実施例1～7）は全て、P F P E油潤滑、高温、高速の条件下において、比較例に比べ非常に長い寿命を示すことが明らかである。

次に、第2の実施形態として、フッ素系潤滑下に行った真空ポンプ用転がり軸受の摩耗試験について説明する。

【0020】

試験体転がり軸受：

型番6206（内輪、外輪材料；軸受鋼S U J 2，硬さH v 7 6 0）

比較例3（S U J 2）以外の、転動体の材料には、C；0.45重量%、C r；13.04重量%、N；0.13重量%の13C rマルテンサイト系ステンレス鋼を用いた。

【0021】

これを冷間加工（ヘッダ）し、バリ取り或いは切削加工して素球を作製した。この素球を1060℃で焼入れ後、-80℃でサブゼロ処理し、160℃で焼戻しをしたものを所定の精度まで仕上げ加工した。次で、N v窒化プロセス（大同ほくさん株式会社の商品名）を採用して窒化処理し、これに仕上げラップを行っ

て、S U J 2 製鋼球と同じ表面粗さに調整した（表 2，表 3 参照）。

【 0 0 2 2 】

ここで、N v 窒化プロセスについて説明すると、この処理は、窒化処理の前処理として、N F ₃（三フッ化窒素）等のフッ素ガスを用いて 2 0 0 ~ 4 0 0 °C 程度でフッ化処理を行なうプロセスと N H ₃ ガスによる窒化処理を行なうプロセスとからなっている。フッ化処理によって、窒化反応を阻害する C r 酸化層が除去され、表面層にごく薄いフッ化層が形成されて表面が極めて活性化し、その後の窒化処理により安定的に均一な窒化層の形成を可能とするもので、硬さが大きくて耐摩耗性に優れるマルテンサイト系ステンレス鋼に好適に適用できる。

【 0 0 2 3 】

この窒化プロセスにより、窒化層としての鋼球径比 1 . 4 % D a 厚さの化合物層を形成し、表面硬さは窒化後の鋼球表面からの取代量（これが多いと硬さは低くなる）、窒化温度（これが高いと硬さは低くなる）で調整した。

こうして、それぞれの試験体軸受の転動体の表面に窒化層を形成して、表面硬さ及び粗さを種々に変えたものを用意した。

【 0 0 2 4 】

なお、内輪、外輪にも、転動体と同様の窒化層を施すことにより、軸受寿命を更に向上させることができる。但し、内輪、外輪は転動体より窒化層を施しにくいので、この試験では、内外輪には窒化処理を施さずに、ただ表面粗さのみ上記実施例 3 の転動体の窒化層表面粗さ（0 . 0 0 3 μ m）と概ね同様の表面粗さにした 6 2 0 6 番転がり軸受を用い、その摩耗量を寿命としてとらえた。

【 0 0 2 5 】

試験方法：

実施例、比較例の各試料軸受を試験体とし、自社製の軸受回転試験機に装着してフッ素油潤滑下に 1 0 0 時間回転させた。その後、試料軸受を分解して転動体の摩耗量をそれぞれ測定した。なお、各実施例及び比較例における転動体の摩耗量比は、比較例 3（未処理軸受）の摩耗量を 1 とした相対値で表した。

【 0 0 2 6 】

摩耗試験の条件：

①転がり軸受：6 2 0 6（軸受鋼；全 S U J 2，H V 7 6 0）

②面圧：1 7 6 4 M P a

③温度：1 5 0 ℃

④回転速度：3 6 0 0 r p m

⑤潤滑油：フッ素油（フオンブリンオイル Y 2 5，アウジモント社製

） ⑥試験時間：1 0 0 時間

試験結果を表 2，表 3 に示す。

【 0 0 2 7 】

【表 2】

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
転動体 窒化層	硬さ	Hv910	Hv1050	Hv1050	Hv1210
	あらさ	0.003 μ m	0.005 μ m	0.003 μ m	0.003 μ m
内輪 窒化層		なし	なし	なし	なし
外輪 窒化層		なし	なし	なし	なし
摩耗量比		0.2	0.1	0.05	0.05

【 0 0 2 8 】

【表 3】

		比較例 1	比較例 2	比較例 3	
転動体 窒化層	硬さ	Hv850	Hv1050	Hv760	窒化層なし
	あらさ	0.003μm	0.007μm	0.003μm	
内輪 窒化層		なし	なし	なし	
外輪 窒化層		なし	なし	なし	
摩耗量比		0.8	0.7	1	

【 0 0 2 9 】

表 2，表 3 の結果から、本摩耗試験の実施例の転がり軸受（実施例 1 ～ 4）は全て、フッ素油潤滑，高温，高速の条件下において、比較例に比べ摩耗量が非常に少ないことが明らかである。

これらのうち、共通の転動体粗さ $0.003 \mu\text{mRa}$ を有する実施例 1，実施例 3，実施例 4 及び比較例 1，比較例 3 について、転動体硬さと摩耗量比との関係を整理して図 1 に示す。この図から、転動体粗さが一定 ($0.003 \mu\text{m}$) の条件なら、転動体硬さが $Hv900$ 以上の場合に格段に優れた耐摩耗性を示し長寿命となることがわかる。

【0030】

次に、共通の転動体硬さ $Hv1050$ を有する実施例 2，実施例 3 と比較例 2 とについて、転動体表面粗さと摩耗量比との関係を整理して図 2 に示す。この図 2 から、転動体硬さが一定 ($Hv1050$) の条件では、転動体表面粗さが $0.005 \mu\text{mRa}$ 以下の場合に格段に優れた耐摩耗性を示し長寿命となることがわかる。

【0031】

よって、転がり軸受の少なくとも転動体表面に緻密な窒化層を有し、かつその窒化層は硬さ $Hv900$ 以上の化合物層からなり、その粗さが $0.005 \mu\text{mRa}$ 以下とすることにより、フッ素油潤滑，高温，高速の条件下や真空環境下で優れた寿命を付与することができるといえる。

なお、本発明における酸化物系セラミックスもしくは緻密な窒化物層は、転動体表面のみに限定する必要はなく、例えば転動体自体を酸化物系セラミックス製としても良い。

【0032】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、フッ素重合体を含む潤滑剤により潤滑される転がり軸受にあって、その少なくとも転動体の少なくとも表面に酸化物系セラミックスもしくは緻密な窒化物層を有するため、摩耗が低減されて、高温，高速の条件下や真空環境下で優れた寿命を有する転がり軸受が得られるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

表面粗さ $0.003 \mu\text{mRa}$ の転動体を使用した転がり軸受の転動体硬さと摩

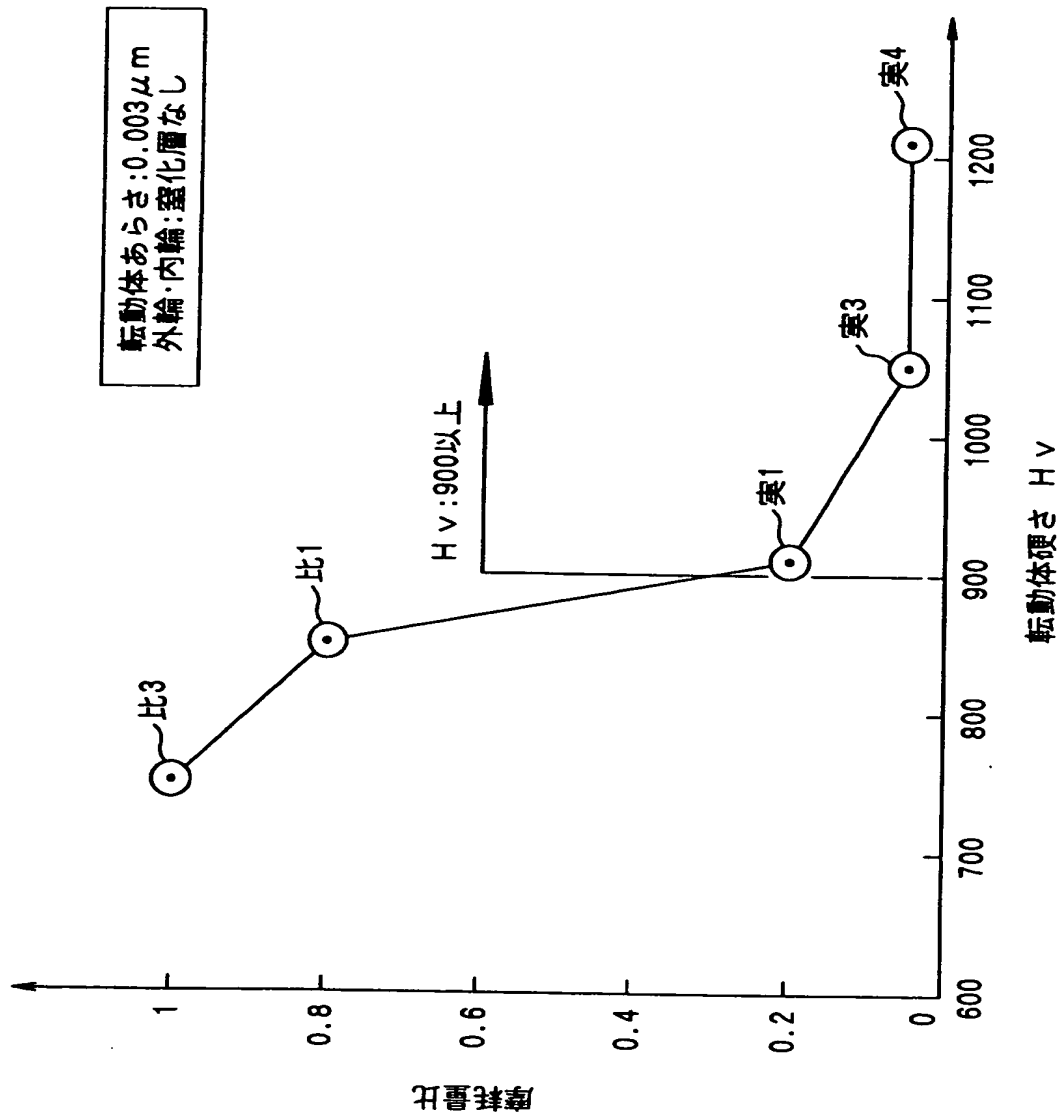
耗量比（軸受寿命）との関係を求めた図である。

【図 2】

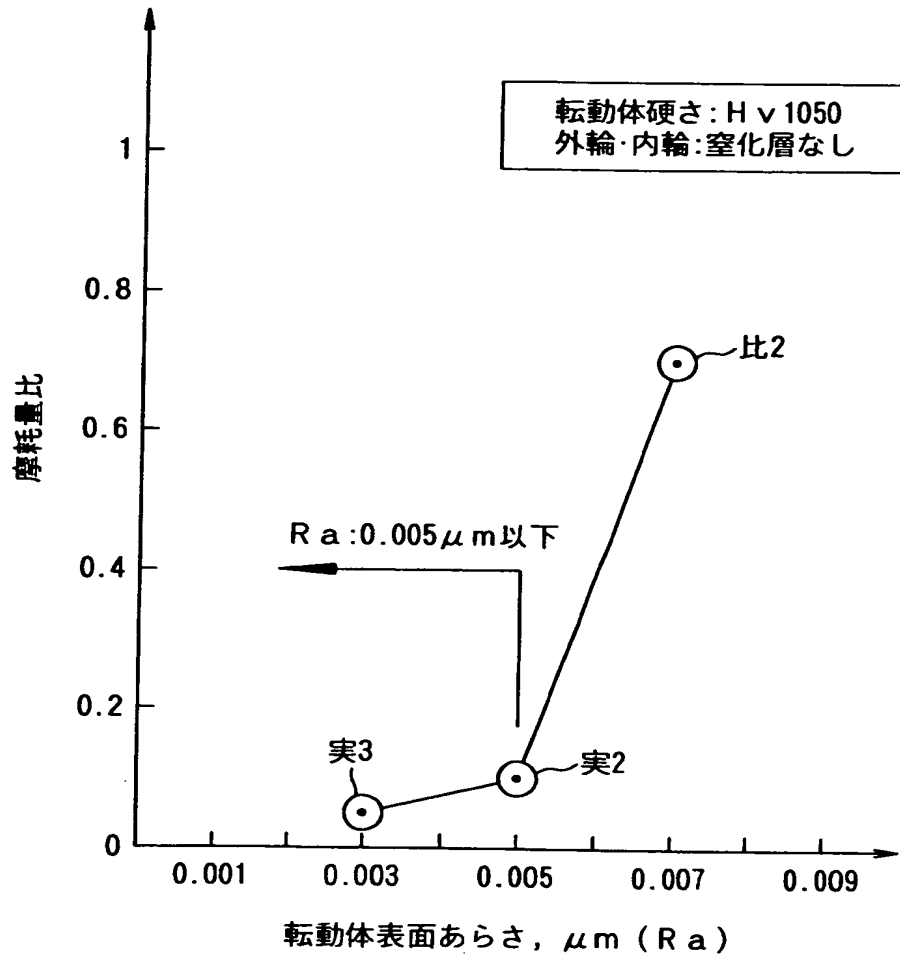
硬さH v 1 0 5 0 の転動体を使用した転がり軸受の転動体表面粗さと摩耗量比（軸受寿命）との関係を求めた図である。

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高温、高速の条件下や真空環境下で好適に使用できて且つ優れた寿命を有する転がり軸受を提供する。

【解決手段】 高温、高速の条件下や真空環境下で使用される転がり軸受の潤滑には、反応性の低いフッ素油が用いられるが、鉄と反応して生成されるフッ化鉄が触媒となりフッ素油が分解される。これを防止するべく、転動体に窒化ケイ素を使用すると、油切れ等で局部的に高温になったときにフッ素油がケイ素（Si）と反応して Si_2F_6 ガスが発生し、表面が脆くなり異常摩耗が生じる。本発明は、転動体表面に酸化物系セラミックスもしくは緻密な窒化物層を備えたものとして、フッ素油潤滑剤の分解を防止し長寿命を得る。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004204]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区大崎1丁目6番3号
氏 名	日本精工株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)